

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-21478

(P2001-21478A)

(43)公開日 平成13年1月26日 (2001.1.26)

(51)IntCl.

識別記号

F I

テマコト\* (参考)

G 0 1 N 13/16

G 0 1 N 13/16

C 2 F 0 6 9

G 0 1 B 21/30

G 0 1 B 21/30

Z

G 1 2 B 21/02

G 1 2 B 1/00

6 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 8 頁)

(21)出願番号

特願平11-189873

(22)出願日

平成11年7月5日 (1999.7.5)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 石橋 雅義

埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会

社日立製作所基礎研究所内

(72)発明者 橋詰 富博

埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会

社日立製作所基礎研究所内

(74)代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 走査プローブ顕微鏡用探針、その製造法および描画装置

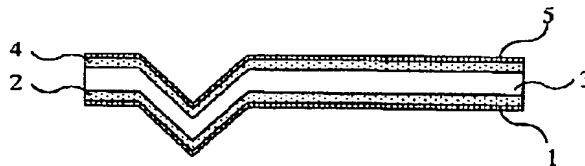
(57)【要約】

【課題】長時間安定に使用できる走査プローブ顕微鏡用探針を提供すること。

【解決手段】少なくとも探針先端部とカンチレバー部からなる走査プローブ顕微鏡用探針において、少なくとも探針先端部を少なくとも炭素膜によって被覆し、炭素膜の水素含有量を0~20原子%とし、保護膜として探針の表面にカソードイックアーク法による高硬質DLC膜を被覆する。

【効果】硬質の試料表面を観察あるいは描画する場合でも長時間安定に使用することができる。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも探針先端部とカンチレバー部からなる走査プローブ顕微鏡用探針において、少なくとも該探針先端部を少なくとも炭素膜によって被覆し、該炭素膜の水素含有量を0～20原子%としたことを特徴とする走査プローブ顕微鏡用探針。

【請求項2】少なくとも探針先端部とカンチレバー部からなる走査プローブ顕微鏡用探針において、少なくとも該探針先端部を少なくとも炭素膜によって被覆し、514.5 nmの励起波長を用いたラマン散乱分光測定によって得られた該炭素膜のラマンスペクトルの波形を二つのガウス関数型波形に分離したとき、ピーク位置が1540～1580  $\text{cm}^{-1}$ の波形面積 (Ag) と、ピーク位置が1320～1360  $\text{cm}^{-1}$ の波形面積 (Ad) の比 (Ad/Ag) が0.0～0.3となしたことを特徴とする走査プローブ顕微鏡用探針。

【請求項3】請求項1乃至2に記載した走査プローブ顕微鏡用探針において、該探針先端部と該カンチレバー部の表面と裏面の両面を該炭素膜により被覆したことを特徴とする走査プローブ顕微鏡用探針。

【請求項4】請求項1乃至2に記載した走査プローブ顕微鏡用探針において、該探針先端表面のみを該炭素膜で被覆したことを特徴とする走査プローブ顕微鏡用探針。

【請求項5】請求項1、2、3乃至4に記載した走査プローブ顕微鏡用探針において、該炭素膜と他部材あるいは他薄膜との間に金属薄膜を密着膜として配置し、該炭素膜と他部材あるいは他薄膜との接着性を向上したことを特徴とする走査プローブ顕微鏡用探針。

【請求項6】請求項1、2、3、4乃至5に記載した走査プローブ顕微鏡用探針を製造する際に、該炭素膜を形成するために、アーク放電を用いてカーボン (グラファイト) よりC+を抽出し、該探針先端部に炭素膜を被覆することを特徴とする走査プローブ顕微鏡用探針の製造方法。

【請求項7】請求項3に記載した走査プローブ顕微鏡用探針を製造する際に、基板上に少なくとも該炭素膜、カンチレバー膜、該炭素膜の3層構造の膜を成膜した後、カンチレバー部の形状を作成することを特徴とする走査プローブ顕微鏡用探針の製造方法。

【請求項8】請求項5に記載した走査プローブ顕微鏡用探針を製造する際に、基板上に少なくとも該炭素膜、該密着膜、カンチレバー膜、該密着膜、該炭素膜の5層構造の膜を成膜した後、カンチレバー部の形状を作成することを特徴とする走査プローブ顕微鏡用探針の製造方法。

【請求項9】走査プローブ顕微鏡探針、試料移動ステージ部、照射線量および移動ステージ制御部を有する描画装置であり、前記走査プローブ顕微鏡用探針は下部金属膜層と下部炭素膜層、カンチレバー層、上部金属膜層、上部炭素膜層を有し、下部炭素膜および上部炭素膜はカ

ソーディックアーク法による高硬質DLC膜であることを特徴とする描画装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、走査プローブ顕微鏡用探針、その製造法および描画装置に関し、特に走査プローブ顕微鏡で使用する探針、その製造方法および描画装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】試料の表面を探針で走査することにより試料表面の状態を測定する走査プローブ顕微鏡 (Scanning Probe Microscopy; SPM) は空間分解能が高く、表面物性の研究に広く使用されている。その中でも特にフィジカル レビュー レター 56 (1986年) 第930頁から第933頁 (Phys. Rev. Lett. 56 (1986)、P. 930-933) に記載されているカンチレバー型探針を用いた原子間力顕微鏡 (Atomic Force Microscopy; AFM) は絶縁体の表面形状を他の測定手段と比べて高分解能に測定できるため、表面物性の研究だけではなく半導体素子作成の際に必要なウエハーや成膜した膜の表面粗さの測定等にも広く使用されている。また、AFMは例えばジャパニーズ ジャーナル オブ アプライド フィジックス 32 (1993年) 第290頁から第293頁 (Jpn. J. Appl. Phys. 32 (1993) PP. 290-293) に記載されているように、走査トンネル顕微鏡 (Scanning Tunneling Microscopy; STM) と組み合わせて、絶縁膜の形状と電気抵抗値の両方の2次元マッピングをすることができる。この方法は通常のAFMと同様に形状の測定をすると同時にAFM用探針を導電性にして探針と基板間に電圧を印加して絶縁膜を流れる微小電流をSTMと同様に検出することにより行う。この方法を用いれば、モス (Metal-Oxide-Semiconductor; MOS) 電界効果トランジスタを微細化した際に問題となる絶縁膜のリーク電流も表面形状と関係づけて調べることができる。さらに、AFMは微細加工にも使用される。例えば、アプライド・フィジックス・レター、67 (1995年) 第1552頁から第1554頁 (Appl. Phys. Lett. 67 (1995) PP. 1552-1554) に記載されるように加工表面に塗布したレジスト膜に探針を強く押し付けてレジスト膜に傷をつけてレジストパターンを作成するといった方法やアプライド・フィジックス・レター、61 (1992年) 第2293頁から第2295頁 (Appl. Phys. Lett. 61 (1992) PP. 2293-2295) に記載されるような導電性のAFM探針を使用し加工表面に塗布したレジスト膜に探針と基板間に電圧を印加することにより探針直下のレジスト膜に電

流を流しレジスト膜に化学反応を起こさせレジストとパターンを作成する方法などがある。これらの方法はレーザー加工などの光を用いた微細加工法と比べ解像度が高く、また電子線描画法と比べ安価にできるといった利点をもつため、量子素子などの試作といった研究用、あるいは将来の半導体素子製造技術として注目されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記AFMを利用した各種観察、加工にはカンチレバー部と探針先端部からなるAFM用カンチレバー型探針が必要である。しかし、従来の探針は例えばジャーナル・オブ・バキューム・サイエンス・テクノロジー、エー8(1990年)第3386頁から第3396頁(T. R. Albrecht et al., J. Vac. Sci. Technol. A8(1990), P.P. 3386-3396)等に記載されるように、その材質はシリコン、酸化シリコン、窒化シリコン等であり、電気抵抗マッピングや微細加工に使用される導電性のAFM探針は上記シリコン、酸化シリコン、窒化シリコン等でできた探針に例えばアブライド・フィジックス・レター、61(1992年)第2293頁から第2295頁(Appl. Phys. Lett. 61(1992) P.P. 2293-2295)に記載されるように金やチタン等の金属を被覆したものが使用されていた。そのため、金属酸化膜やセラミック等の硬い表面をコンタクト法で観測あるいは加工すると探針あるいは探針に被覆した金属膜が容易に摩耗して長時間安定に観測あるいは加工することができなかった。本発明の目的は硬質の表面でも長時間安定して測定あるいは加工できる走査プローブ顕微鏡用探針を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的を解決するため、本発明では探針の表面にアーク放電を用いてカーボン(グラファイト)よりC+を抽出し高硬質ダイヤモンド(Diamond Like Carbon; DLC)薄膜を被覆することを特徴とする。本手法はカソードアーク法と呼ばれており、例えばインターナショナルカンファレンス オン マイクロメカトロニクス フォー インフォメーションアンド プリシジョン イクイップメント (1997年、東京)の予稿集第357頁から第362頁(International Conference on Micromechatronics for Information and Precision Equipment (Tokyo, July, 20-23, 1997) P.P. 357-362)に記載されるような特性を持ち、反応性スパッタ法、イー・シー・アール・シー・ビー・ディー(Electron Cyclotron Resonance-Chemical Vapor Deposition; ECR-CVD)法のような他の

方法で成膜したDLC膜と比べSP3結合性が強く、被覆材料として使用した場合、硬質でかつ摩擦係数が低いという利点を持つ。しかしその反面、内部応力が数十ギガパスカル程度と非常に大きく、カンチレバー型探針に従来の金属を被覆するのと同様にカンチレバーの作成後に被覆すると探針のカンチレバー部が大きく歪んでしまう。そのため本発明では、カンチレバーの形状に成形する前の基板上で探針を作成する段階で高硬質DLC膜を積層する。さらに、カンチレバーとなる部分の表裏両面に高硬質DLC膜を積層する構造にして内部応力を打ち消す。あるいは、高硬質DLC膜を探針の先端部分にのみ被覆し、カンチレバー部を歪まないようにする。

【0005】

【発明の実施の形態】以下にこの発明の実施例を図に基づいて詳細に説明する。

【0006】実施例1

本実施例では本発明の走査プローブ顕微鏡用探針とその製造方法について図を用いて説明する。

【0007】図1は本発明の走査プローブ顕微鏡用探針の構造を示す模式図である。下部炭素膜層1、下部金属膜層2、カンチレバー層3、上部金属膜層4、上部炭素膜層5からなる。下部炭素膜層1はカソードアーク法で作成した高硬質DLC膜で、探針の保護膜と潤滑膜をかねている。カンチレバー層3はシリコン、酸化シリコンあるいは窒化シリコンでできている。上部金属膜層4は光てこを使用して探針の垂直方向の位置制御を行う場合のレーザの反射鏡として使用する。上部炭素膜層5は下部炭素膜層1と同じ膜厚のカソードアーク法で作成した高硬質DLC膜でカンチレバーにかかる下部炭素膜層1からくる内部応力を打ち消す役割を持つ。

【0008】図2は本発明の走査プローブ顕微鏡用探針の製造方法の要点を示した工程図である。

【0009】結晶面方位が(100)である厚さ0.4mmのシリコン基板21上に厚さ100nmの酸化シリコンであるハードマスク層22を積層し、光リソグラフィと反応性イオンエッチングで4000nm四方の穴パターンをハードマスク層22に作製する(図2(a))。

【0010】パターンニングされたハードマスク層22をマスクとして水酸化カリウム水溶液を用いた異方性エッチングでシリコン基板21に逆四角錐型の穴を作製し、その後ハードマスク層22を弗化水素酸により取り除く(図2(b))。水酸化カリウム水溶液を用いたシリコンのエッチングでは、エッチング速度が結晶面方位により異なる。結晶面方位が(100)のシリコン基板を使用すると(111)面のエッチング速度が遅いため、エッチングによる穴の形状が図2(b)に示すような逆四角錐型となる。この部分が走査プローブ顕微鏡用探針先端部の錐型となる。

【0011】ハードマスク層22を除去後、シリコン基

板21上に下部炭素膜層23として膜厚10nmのカソードィックアーク法で作成した高硬質DLC膜、下部金属膜層24として膜厚30nmのチタン、カンチレバー層25として膜厚600nmの窒化シリコン、上部金属膜層26として膜厚30nmのチタン、上部炭素膜層27として膜厚10nmのカソードィックアーク法で作成した高硬質DLC膜をそれぞれを順番に積層する(図2(c))。下部炭素膜層23及び上部炭素膜層27の成膜は以下のようにして行なう。

【0012】アノードとカソード間に電圧を印加し、高真空状態においてアーク放電を生じさる。カソードターゲットは、カーボン(グラファイト)で構成されているが、非常に高温の状態(アーク溶接と同様)になり、表面より+に帯電したカーボンイオン(C+)が生成される。このC+は、初期運動エネルギーのみ、あるいは必要に応じた基板バイアス電圧により被処理シリコン基板21に打ちこみ、高硬質DLC膜を形成する。得られる膜質としては強固な共有結合(sp<sup>3</sup>:80%)、ダイヤモンドに近い屈折率、硬度をもった緻密なDLC膜が生成される。

【0013】本実施例では下部炭素膜層23及び上部炭素膜層27の膜厚は10nmとしたが、3nmから50nmの間で試料表面の硬さに応じて最適な値を選ぶ。下部金属膜層24及び上部金属膜層26は通常のスパッタ蒸着により成膜する。本実施例では下部金属膜層24及び上部金属膜層26の材料を接着性の高いチタンとしたが、他にタングステン、クロム、モリブデン等の接着性の高い高融点金属やそれらの炭化物、窒化物を使用することも可能である。カンチレバー層25は通常のCVD法で窒化シリコンを成膜する。本実施例ではカンチレバー層25に膜厚600nmの窒化シリコンを使用したが必要なばね定数になるように、膜厚、材質を変えることも可能である。

【0014】上部炭素膜層27を積層した後、光リソグラフィと反応性イオンエッチングを使用してシリコン基板21上に下部炭素膜層23、下部金属層24、カンチレバー層25、上部金属膜層26、上部炭素膜層27によるカンチレバー部と保持部接合部の形状を作製する(図2(d))。ばね部の形状を図3(a)に示す。本実施例では幅0.01mm、長さ0.1mmの長方形型としたが、図3(b)に示す形状でもよい。

【0015】下部炭素膜層23、下部金属層24、カンチレバー層25、上部金属膜層26、上部炭素膜層27をカンチレバーの形状に整えた後、保持部28として厚さ0.3mm、幅2mm、長さ4mmの硝子を接着する(図2(e))。

【0016】保持部28を接着した後、最後に水酸化カリウム水溶液を用いてシリコン基板21を溶かすことにより本発明の走査プローブ顕微鏡用探針は完成する(図2(f))。

【0017】この探針を用いてAFMによる試料表面の形状観察、電気抵抗値マッピング、微細加工を行うと従来の探針より長時間安定に観察、描画することができる。

#### 【0018】実施例2

本実施例では実施例1の走査プローブ顕微鏡用探針とは異なった構造の走査プローブ顕微鏡用探針について説明する。

【0019】図4は本発明の走査プローブ顕微鏡用探針の構造を示す模式図である。下部炭素膜層41、カンチレバー層42、上部金属膜層43、上部炭素膜層44からなる。下部炭素膜層41は実施例1と同様にカソードィックアーク法で作成した高硬質DLC膜だが、不純物をドーピングすることにより導電性となっている。そのため、実施例1の下部金属膜層を省略できる。カンチレバー層42は実施例1と同様にシリコン、酸化シリコンあるいは窒化シリコンでできている。上部金属膜層43は実施例1と同様に光てこを使用して探針の垂直方向の位置制御を行う場合のレーザの反射鏡として使用する。上部炭素膜層44は下部炭素膜層41と同じ膜厚のカソードィックアーク法で作成した高硬質DLC膜で実施例1と同様にカンチレバーにかかる下部炭素膜層41からくる内部応力を打ち消す役割を持つ。

【0020】本実施例の走査プローブ顕微鏡用探針も実施例1と同様な方法で作成することができる。実施例1との違いは、下部炭素膜層41をシリコン基板上に成膜した後、導電性をあげるため、不純物をドーピングすることにある。本実施例では、ホウ素のドーピングを行った。ホウ素は炭素原子と入れ替えたときのエネルギー差が負となるので炭素膜中に取り込まれやすく、特にsp<sup>3</sup>成分以外から構成されている炭素膜中には容易に取り込むことができる。本実施例では、イオン注入法によるホウ素のドーピングを、硬質DLC膜形成後に再び行い、抵抗率10Ωcm以下を達成でき、薄膜硬度的にもドーピング前と同様な結果を得ることができた。ドーピング手法として、不純物ガスとしてB<sub>2</sub>H<sub>6</sub>を混入させカソードィックアーク法によりDLC膜を形成させることも可能であるが、薄膜硬度等の特性の劣化をまねくおそれがある。

#### 【0021】実施例3

本実施例では実施例1、実施例2の走査プローブ顕微鏡用探針とは異なった構造の走査プローブ顕微鏡用探針について説明する。

【0022】図5は本発明の走査プローブ顕微鏡用探針の構造を示す模式図である。探針部は炭素膜層51、下部金属層52、カンチレバー層53、上部金属層54からなる。実施例1、実施例2に示した走査プローブ顕微鏡用探針との違いは探針部分にのみ炭素膜をつけカンチレバー部には炭素膜をつけないところにある。したがって、内部応力によりカンチレバー部が歪むこともないの

で歪み補正用の上部炭素膜は必要としない。

【0023】図6は本発明の走査プローブ顕微鏡用探針の製造方法の要点を示した工程図である。

【0024】実施例1と同様に結晶面方位が(100)である厚さ0.4mmのシリコン基板61上に厚さ100nmの酸化シリコンであるハードマスク層を積層し、光リソグラフィーと反応性イオンエッチング、水酸化カリウム水溶液による異方性エッチングでシリコン基板61に逆四角錐型の穴を作製し、その後ハードマスク層を弗化水素酸により取り除きシリコン基板61上に炭素膜層63として膜厚10nmの高硬質DLC膜をカソーディックアーク法で成膜する(図6(a))。

【0025】炭素膜層63を成膜後、光リソグラフィーと酸素を用いた反応性イオンエッチングで逆四角錐型の穴の部分を残し他の部分を除去する(図6(b))。その後、下部金属膜層64として膜厚30nmのチタン、カンチレバー層65として膜厚600nmの窒化シリコン、上部金属膜層66として膜厚30nmのチタンをそれぞれを順番に積層する(図6(c))。

【0026】本実施例では炭素膜層63の膜厚は10nmとしたが、3nmから50nmの間で試料表面の硬さに応じて最適な値を選ぶ。下部金属膜層64及び上部金属膜層66は通常のスパッタ蒸着により成膜する。本実施例では下部金属膜層64及び上部金属膜層66の材料を接着性の高いチタンとしたが、他にタングステン、クロム、モリブデン等の接着性の高い高融点金属やそれらの炭化物、窒化物を使用することも可能である。カンチレバー層65は通常のCVD法で窒化シリコンを成膜する。本実施例ではカンチレバー層65に膜厚600nmの窒化シリコンを使用したが必要なばね定数になるように、膜厚、材質を変えることも可能である。

【0027】上部金属膜層66を積層した後、光リソグラフィーと反応性イオンエッチングを使用してシリコン基板61上に炭素膜層63、下部金属層64、カンチレバー層65、上部金属膜層66、上部炭素膜層67によるカンチレバー部と保持部接合部の形状を作製する(図6(d))。その後、保持部67として厚さ0.3mm、幅2mm、長さ4mmの硝子を接着する(図6(e))。

【0028】保持部67を接着した後、最後に水酸化カリウム水溶液を用いてシリコン基板61を溶かすことにより本発明の走査プローブ顕微鏡用探針は完成する(図6(f))。

#### 【0029】実施例4

本実施例では実施例1、実施例2、実施例3の走査プローブ顕微鏡用探針とは異なった構造の走査プローブ顕微鏡用探針とそれを用いた微細加工について説明する。

【0030】図7に本実施例の走査プローブ顕微鏡用探針とそれを用いた走査プローブリソグラフィーによる描画の概略図を示す。本発明の描画用探針73を用い、石

橋等によるジャパン・ジャーナル・オブ・アブライド・フィジックス、37(1998年)第1565頁から第1569頁(M. Ishibashi et al., 37(1998), PP1565-1569)等に記載された走査プローブリソグラフィー描画装置で、基板71上に塗布されたレジスト膜72にパターンを描画する。描画装置は、本実施例の走査プローブ顕微鏡探針73、試料移動ステージ部74、照射線量および移動ステージ制御部75からなる。走査プローブ顕微鏡用探針73は下部金属膜層76と下部炭素膜層77、カンチレバー層78、上部金属膜層79、上部炭素膜層80からなる。下部炭素膜77及び上部炭素膜80はカソーディックアーク法による高硬質DLC膜である。下部金属膜層76の先端部分は細く、レジスト膜72に対し水平方向の断面形状が一定であり、周りを下部炭素膜層77により覆われている。下部金属膜層76の先端部分が細いため微細なパターンを描画でき、下部金属膜層76は下部炭素膜層77により覆われているため走査しても折れることなく描画できる。描画は以下のようにして行う。すなわち、下部金属膜層76と基板71との間に電圧を印加して探針73よりレジスト膜内に電子を照射することによりレジスト分子を反応させ探針直下のレジスト膜内に潜像を作製する。描画用探針73を固定して描画用探針73と基板71間に電圧を印加しながら試料移動ステージ部75により試料を水平方向に動かし、描画用探針73をレジスト膜72表面に沿って走査することにより任意の形状の潜像のパターンをレジスト膜内に作製する。描画後、現像することにより基板表面にレジスト膜による任意の形状を作製することができる。

#### 【0031】実施例5

次に、カソーディックアーク法によって得られる硬質DLC膜の薄膜物性を変化させ、図1に示す構成でプローブ顕微鏡用探針に適用した場合の寿命の相関について調べた。その結果を図8、図9に示す。ここで、図1中の下部炭素膜層1、上部炭素膜層5はそれぞれ10nmとした。図8の結果によれば、炭素膜中の水素量が20%以下になると探針の寿命が大きく向上することがわかった。なお、炭素膜中の水素量の制御はカソーディックアークカーボン法において水素ガスを添加して行い、探針を被覆している炭素膜中の水素含有量はシムス(Secondary Ion Mass Spectrometry; SIMS)、エッチエフエス(Hydrogen Forwardscattering Spectrometry; HFS)等を用いて測定した。図9は、物性を変化させた硬質DLC膜のラマン散乱分光測定を行った結果とそれを適用したプローブ顕微鏡用探針の寿命の相関を示している。ラマン散乱分光測定は、514.5nmの励起波長を用いて得られた炭素膜のラマンスペクトルの波形を図10に示すような二つのガウス関数型波形に分離したとき、ピーク位置が1540~1

580 cm<sup>-1</sup>の波形面積 (Ag) と、ピーク位置が1320~1360 cm<sup>-1</sup>の波形面積 (Ad) の比 (Ad/Ag) で評価を行った。図9の結果によれば、Ad/Agが0.3以下の場合の炭素膜を用いたプローブ顕微鏡用探針の寿命が大幅に向上していることがわかった。

#### 【0032】

【発明の効果】本発明は、以上説明したように保護膜として探針の表面に高硬質DLC膜を被覆しているため、硬質の試料表面を観察あるいは描画する場合でも長時間安定に使用することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の走査プローブ顕微鏡用探針の構造を示す模式図。

【図2】(a) - (f) は本発明の走査プローブ顕微鏡用探針の作製手順を示す概略図。

【図3】(a) は図2の走査プローブ顕微鏡用探針のばね部を下部から見た平面図、(b) は図2の走査プローブ顕微鏡用探針の他の形状のばね部を下部から見た平面図。

【図4】本発明の走査プローブ顕微鏡用探針の構造を示す模式図。

【図5】本発明の走査プローブ顕微鏡用探針の構造を示す模式図。

【図6】(a) - (f) は本発明の走査プローブ顕微鏡用探針の作製手順を示す概略図。

【図7】本実施例の走査プローブ顕微鏡用探針とそれを用いた走査プローブリソグラフィーによる描画の概略図。

【図8】探針を被覆する炭素膜中の水素含有量とプローブ顕微鏡用探針の寿命の相関図。

【図9】探針を被覆する炭素膜中のラマンスペクトル比 (Ad/Ag) とプローブ顕微鏡用探針の寿命の相関図。

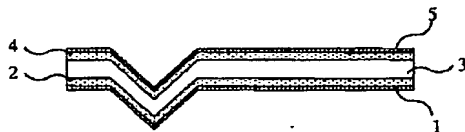
【図10】ラマンスペクトルのピーク分離を示す図。

#### 【符号の説明】

1…下部炭素膜層、2…下部金属膜層、3…カンチレバー層、4…上部金属膜層、5…上部炭素膜層、21…基板、22…ハードマスク層、23…下部炭素膜層、24…下部金属層、25…カンチレバー層、26…上部金属膜層、27…上部炭素膜層、28…保持部、41…下部炭素膜層、42…カンチレバー層、43…上部金属膜層、44…上部炭素膜層、51…下部炭素膜層、52…下部金属層、53…カンチレバー層、54…上部金属層、61…基板、63…炭素膜層、64…下部金属膜層、65…カンチレバー層、66…上部金属膜層、67…保持部、71…基板、72…レジスト膜、73…探針、74…試料移動ステージ部、75…照射線量および移動ステージ制御部、76…下部金属膜層、77…下部炭素膜層、78…カンチレバー層、79…上部金属膜層、80…上部炭素膜層。

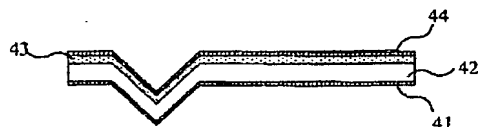
【図1】

図 1



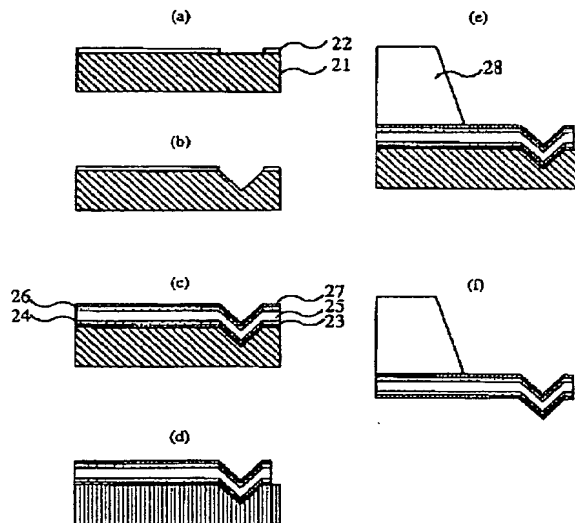
【図4】

図 4



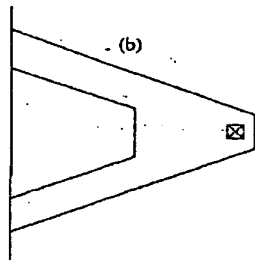
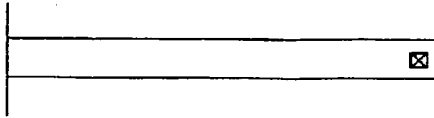
【図2】

図 2



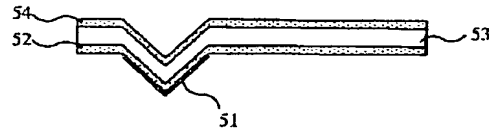
【図3】

図3  
(a)



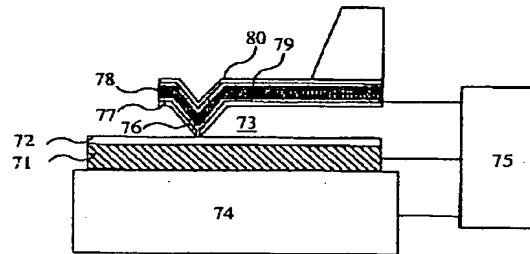
【図5】

図5



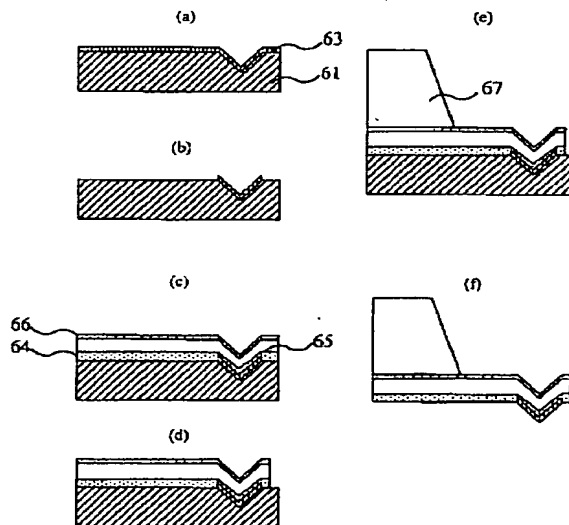
【図7】

図7



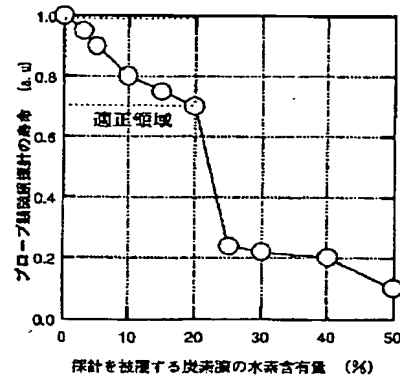
【図6】

図6



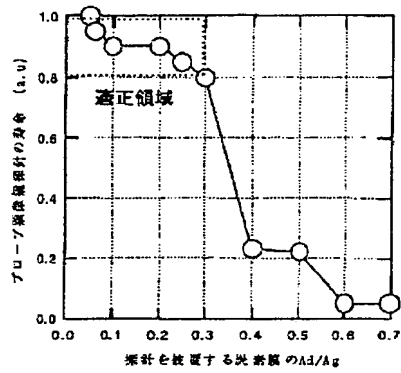
【図8】

図8



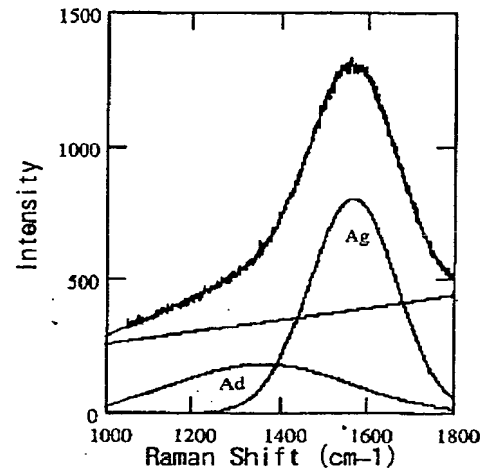
【図9】

図 9



【図10】

図 10



フロントページの続き

(72)発明者 平家 誠嗣  
埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会  
社日立製作所基礎研究所内

Fターム(参考) 2F069 AA54 AA57 AA60 DD06 GG08  
GG15 GG35 GG39 GG52 GG56  
GG62 HH04 JJ04 LL03 MM04  
MM32 PP02 QQ05